

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum

14. Juni 2012 (14.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2012/076296 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:  
G02B 27/09 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/070094

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. November 2011 (15.11.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2010 062 465.9  
6. Dezember 2010 (06.12.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): OSRAM AG [DE/DE]; Hellabrunner Str. 1,  
81543 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FINSTERBUSCH,  
Klaus [DE/DE]; Eberswalderstr. 16, 10437 Berlin (DE).  
HARTWIG, Ulrich [DE/DE]; Driesener Str. 6, 10439  
Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,  
ZW.

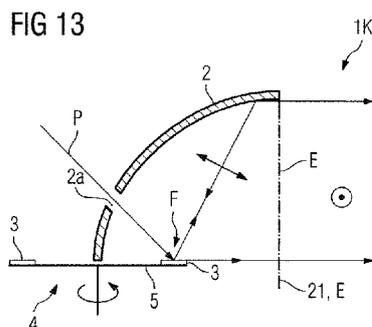
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,  
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,  
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,  
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz  
2 Buchstabe g)

(54) Title: ILLUMINATION DEVICE

(54) Bezeichnung : LEUCHTVORRICHTUNG



(57) Abstract: The illumination device has at least one reflector, at least one illumination zone containing luminophore, and at least one laser. The illumination zone can be excited by at least one laser to emit light, and at least some of the light emitted by the at least one illumination zone is incident on the at least one reflector.

(57) Zusammenfassung: Die Leuchtvorrichtung weist mindestens einen Reflektor, mindestens einen Leuchtstoff enthaltenden Leuchtbereich und mindestens einen Laser auf, wobei der mindestens eine Leuchtbereich mittels mindestens eines Lasers zur Abstrahlung von Licht anregbar ist und zumindest ein Teil des von dem mindestens einen Leuchtbereich abgestrahlten Lichts auf den mindestens einen Reflektor fällt.



WO 2012/076296 A2

Beschreibung

Leuchtvorrichtung

5 Die Erfindung betrifft eine Leuchtvorrichtung, welche mindestens einen Reflektor, mindestens einen Leuchtstoff enthaltenden Leuchtbereich und mindestens einen Laser zur Anregung des mindestens einen Leuchtbereichs aufweist.

10 WO 2009/112961 A1 beschreibt eine Laserlichtquelle, welche mindestens ein Laserlicht emittierendes Element, mindestens ein Lichtquellenausgabeelement (welches dazu eingerichtet ist, das Laserlicht auf einen vorbestimmten Ort zu richten) und mindestens ein Konversionselement aufweist. Das mindestens  
15 eine Konversionselement umfasst einen Satz von Wellenlängenumwandlungsbereichen, welche dazu eingerichtet sind, das Laserlicht in wellenlängenumgewandeltes bzw. konvertiertes Licht umzuwandeln, so dass eine Kombination des konvertierten Lichts und des Laserlichts ein gewünschtes Ausgangsmischlicht erzeugt.  
20

Es ist die **Aufgabe** der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Leuchtvorrichtung bereitzustellen.

25 Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind insbesondere den abhängigen Ansprüchen entnehmbar.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Leuchtvorrichtung, aufweisend  
30 mindestens einen Reflektor, mindestens einen Leuchtstoff enthaltenden Leuchtbereich und mindestens einen Laser, wobei der mindestens eine Leuchtbereich mittels mindestens eines Lasers zur Abstrahlung von Licht anregbar ist und zumindest ein Teil des von dem mindestens einen Leuchtbereich abgestrahlten Lichts auf den mindestens einen Reflektor fällt.  
35

Eine solche Leuchtvorrichtung kann auch als eine mit einem beabstandeten Leuchtstoff laserangeregte Vorrichtung oder LARP ("Laser Activated Remote Phosphor")-Vorrichtung bezeichnet werden.

5

Der Leuchtstoffbereich mag einen oder mehrere Leuchtstoffe aufweisen, welche in der Lage sind, einfallendes Laserlicht in wellenlängenumgewandeltes bzw. konvertiertes Licht zumindest teilweise umzuwandeln. Dass der Leuchtstoffbereich bzw. dessen Leuchtstoff in der Lage ist, von der Lichtquelle abgestrahltes Licht zumindest teilweise wellenlängenumzuwandeln, kann insbesondere umfassen, dass ein Teil des von der Lichtquelle auf den Leuchtstoffbereich eingestrahlten Lichts von mindestens einem Leuchtstoff des Leuchtstoffbereichs absorbiert und mit einer geänderten, insbesondere größeren ("down-converting") oder kleineren ("up-converting"), Wellenlänge re-emittiert wird (z.B. von blau nach gelb). Ein anderer Teil des Lichts kann ohne eine Umwandlung der Wellenlänge wieder von dem Leuchtstoffbereich abgestrahlt werden. Somit kann ein von der zugeordneten Lichtquelle eingestrahltes einfarbiges Licht von dem Leuchtstoffbereich als Mischlicht (als einer Kombination aus dem wellenlängenumgewandelten Anteil und dem nicht wellenlängenumgewandelten Anteil) abgestrahlt werden, z.B. als ein weißes (blau/gelbes) Mischlicht. Ein Leuchtstoffbereich kann in Bezug auf seine Dicke und/oder eine Konzentration des mindestens einen Leuchtstoffs so gezielt einstellbar sein, dass folglich auch ein wellenlängenumgewandelter Anteil gezielt einstellbar ist. Insbesondere kann durch eine ausreichend hohe Leuchtstoffkonzentration und/oder eine ausreichend große Dicke das eingestrahlte Licht im Wesentlichen vollständig wellenlängenumgewandelt werden. Dies kann insbesondere einem Umwandlungsgrad von mindestens ca. 95%, insbesondere von mindestens ca. 98 %, insbesondere von mindestens ca. 99 %, entsprechen.

35

Die Wellenlängenumwandlung kann beispielsweise auf der Grundlage einer Lumineszenz, insbesondere Foto-Lumineszenz oder

Radio-Lumineszenz, insbesondere Phosphoreszenz und/oder Fluoreszenz, durchgeführt werden.

Die Leuchtstoffbereiche können Licht insbesondere diffus abstrahlen, was eine hohe Intensitätshomogenität und breite Bestrahlung des nachgeschalteten optischen Elements ermöglicht.

Auch können mehrere Laser, insbesondere Laserdioden, den gleichen Leuchtstoffbereich beleuchten und/oder ein Laserstrahl kann mit einer Primäroptik, z.B. einer Primärlinse, aufgeweitet werden, um den Leuchtstoff homogen auszuleuchten.

Es ist eine Ausgestaltung, dass die Lichtquelle eine schmalstrahlende Lichtquelle ist. Unter einer schmalstrahlenden Lichtquelle kann insbesondere eine Lichtquelle verstanden werden, bei welcher ein Öffnungswinkel eines emittierten Lichtstrahls nicht größer ist als  $5^\circ$ , insbesondere nicht größer ist als  $2^\circ$ .

Es ist eine Weiterbildung, dass die Lichtquelle Licht mit einer geringen Bandbreite, insbesondere monochromatisches Licht, ausstrahlt. So kann das von der mindestens einen Lichtquelle abgestrahlte Licht effektiv auf den Leuchtstoff abgestimmt werden. Die Lichtquelle kann insbesondere eine schmalbandige Lichtquelle sein, alternativ z.B. eine mit einem optischen Bandfilter ausgerüstete breitbandige Lichtquelle.

Es ist eine weitere Ausgestaltung, dass die Lichtquelle eine Laserlichtquelle ist. Die Laserlichtquelle weist die Vorteile auf, dass sie schmalbandiges Licht mit einem geringen Öffnungswinkel ("schmalstrahlend") emittiert und zudem kompakt und preiswert sein kann. Es ist eine Weiterbildung, dass die Laserlichtquelle eine Laserdiode ist. Diese kann besonders kompakte und robust ausgestaltet werden. Auch können Laserdioden einfach in Gruppen zusammen betrieben werden, z.B. als Stapel ("laser stack").

Es ist eine Ausgestaltung, dass dem mindestens eine Reflektor  
mindestens ein optischer Integrator zum Zusammenführen des  
aus dem mindestens einen Reflektor abgestrahlten Lichts nach-  
5 geschaltet ist.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass der mindestens eine  
Leuchtstoffbereich auf einem rotierenden Leuchtstoffträger  
angeordnet ist.  
10

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass mehrere Leuchtstoffbe-  
reiche segmentweise auf dem Leuchtstoffträger angeordnet  
sind.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass der Leuchtstoffträger  
quer zu einer Rotationsebene in einem Brennpunkt des mindes-  
15 tens einen Reflektors verschiebbar ist.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass der Leuchtstoffträger in  
20 Form einer Scheibe, eines Zylinders oder eines Kegelstumpfs  
ausgebildet ist.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass sich der mindestens eine  
Leuchtbereich in einem Brennpunkt des mindestens einen Re-  
25 flektors anordenbar oder angeordnet ist.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass mindestens ein Leuchtbe-  
reich senkrecht oder parallel zu einer Halbebene mindestens  
eines Reflektors ausgerichtet ist.  
30

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass mindestens ein Leuchtbe-  
reich unter einem spitzen Winkel zu einer Halbebene mindes-  
tens eines Reflektors ausgerichtet ist.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass der Leuchtbereich auf  
35 einer ebenen Fläche aufgebracht ist.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass der Leuchtbereich auf einer gekrümmten Fläche aufgebracht ist.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass die Leuchtvorrichtung  
5 ferner mindestens eine Sekundäroptik, insbesondere Reflektor, insbesondere Spiegel, aufweist, welcher dazu ausgestaltet und angeordnet ist, Licht, das unreflektiert aus dem mindestens einen Reflektor austreten würde, in den mindestens einen Reflektor, insbesondere auf den mindestens einen Leuchtbereich  
10 zurückzureflektieren.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass wobei der rotierende Leuchtstoffträger mehrere Leuchtstoffbereich aufweist, welche Licht unterschiedlicher Farbe abstrahlen, dass dem rotierenden  
15 Leuchtstoffträger ein Filterrad mit mehreren Filtersegmenten optisch nachgeschaltet ist, dass das Filterrad mit dem rotierenden Leuchtstoffträger synchronisiert ist und dass die Filtersegmente des Filterrads eine auf das von den Leuchtstoffbereichen abgestrahlte Licht abgestimmte Transmissions-  
20 eigenschaft aufweisen.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass der rotierende Leuchtstoffträger mehrere durch den mindestens einen Laser beleuchtbare Segmente aufweist, wobei mindestens ein Segment  
25 einen jeweiligen Leuchtstoffbereich aufweist und mindestens ein Segment ein Fenster zum wellenlängeninvarianten Durchlassen eines auf das Fenster einfallenden Lichts aufweist.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass die Leuchtvorrichtung  
30 dazu eingerichtet ist, aus dem mindestens einen Reflektor austretendes Licht in Abhängigkeit von einer Farbe des austretenden Lichts in im Wesentlichen unterschiedliche Raumbereiche aufzuteilen, dass die Leuchtvorrichtung mindestens einen farbselektiven Reflektor, insbesondere dichroitischen  
35 Spiegel, in zumindest einem der Raumbereiche aufweist, dass der mindestens eine farbselektive Reflektor dazu vorgesehen

ist, Licht einer für einen anderen Raumbereich vorgesehenen Farbe zurückzuwerfen.

5 Es ist noch eine Ausgestaltung, dass die Leuchtvorrichtung dazu eingerichtet ist, Licht einer vorbestimmten Polarisationsrichtung aus dem mindestens einen Reflektor zu transmittieren und Licht einer dazu senkrechten Polarisationsrichtung in den mindestens einen Reflektor zurückzureflektieren.

10 Es ist noch eine Ausgestaltung, dass die Leuchtvorrichtung dazu eingerichtet ist, Licht einer vorbestimmten Polarisationsrichtung aus dem mindestens einen Reflektor zu transmittieren und Licht einer dazu senkrechten Polarisationsrichtung auf den mindestens einen Leuchtbereich 3 zurückzureflektieren.  
15

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass die Leuchtvorrichtung mindestens eine Rasterpolarisationsvorrichtung aufweist.

20 Es ist noch eine Ausgestaltung, dass die Leuchtvorrichtung mindestens einen Polarisationsstrahlteiler aufweist.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass dem mindestens einen Polarisationsstrahlteiler mindestens eine Halbwellenplatte nachgeschaltet ist.  
25

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass der mindestens eine Reflektor mindestens einen Halbschalenreflektor aufweist.

30 Es ist noch eine Ausgestaltung, dass der mindestens eine Reflektor mindestens einen elliptischen Reflektor aufweist und der mindestens eine elliptische Reflektor über einen Nebenscheitel einer seiner Kontur zugrundeliegenden Ellipse hinaus verlängert ist.  
35

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass die Leuchtvorrichtung eine Automobil-Leuchtvorrichtung ist.

Die Leuchtvorrichtung kann allgemein allein stehend oder in einer Gruppe mit gleichen oder gleichartigen anderen Leucht-  
vorrichtungen verwendet werden. Beispielsweise können bei  
5 mehreren Leuchtvorrichtungen ein oder mehrere Farbkanäle mit-  
tels einer oder mehrerer jeweiliger Leuchtvorrichtungen dar-  
gestellt werden. Die mag insbesondere für eine Projektionsan-  
wendung vorteilhaft sein, in denen die für Projektionsanwen-  
dungen erforderlichen Primärfarben sequenziell oder parallel  
10 erzeugt werden.

In den folgenden Figuren wird die Erfindung anhand von Aus-  
führungsbeispielen schematisch genauer beschrieben. Dabei  
können zur Übersichtlichkeit gleiche oder gleichwirkende Ele-  
15 mente mit gleichen Bezugszeichen versehen sein.

**Fig.1** skizziert eine mögliche Verwendung einer Leuchteinrich-  
tung A1, z.B. einer LARP-Leuchtvorrichtung, wie auch oben be-  
schrieben unter Verwendung einer sequenziellen Farberzeugung,  
20 beispielsweise mittels eines einzelnen LARP-Reflektormoduls B  
mit einem rotierenden Leuchtstoffträger (Leuchtstoffrad). Das  
von dem LARP-Reflektormodul B erzeugte Licht wird zunächst in  
einem Integrator C homogenisiert und dann auf ein bildgeben-  
des Element oder Bildgeber D geführt.

25 Wie für die Leuchteinrichtung A2 in **Fig.2** gezeigt, kann bei  
mehreren parallelen Farbkanälen verschiedenfarbiges Licht  
verschiedener LARP-Reflektormodul B über dichroitische Spie-  
gel E vereinigt. Bei drei Farbkanälen kann beispielsweise ein  
30 sog. X-Cube verwendet werden. Der Integrator C zur Homogeni-  
sierung der Lichtverteilung und das bildgebende Element D  
können je nach Typ des Bildgebers (LCD, DLP oder ELCOS usw.)  
vor oder nach der Farbvereinigung positioniert sein.

35 **Fig.3** zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht eine mög-  
liche Ausgestaltung des LARP-Reflektormoduls B und des In-  
tegrator C, nämlich die Leuchtvorrichtung 1A. Die Leuchtvor-

richtung 1A weist einen hier elliptischen Halbschalenreflektor 2 auf, in dessen Brennpunkt F sich ein Leuchtstoffbereich 3 mit mindestens einem Leuchtstoff befindet. Der Leuchtstoffbereich 3 ist hier auf einem drehbaren oder rotierenden Leuchtstoffträger 4 angeordnet, genauer gesagt auf dessen Grundkörper 5. Wenn sich der Leuchtstoffträger 4 dreht, kann während eines Zeitabschnitts jeweils ein Segment des Leuchtstoffbereichs 3 oder mehrere Leuchtstoffbereiche 3 sequenziell von einem oder mehreren Lasern 6 (z.B. mit einer Wellenlänge in einem ultraviolett/blauen Spektralbereich zwischen 350 nm und 460 nm) durch Bestrahlung mit Pumplicht oder primärem Laserlicht P z.B. zur Lumineszenz angeregt werden. Unterschiedliche Leuchtstoffbereiche 3 können Licht unterschiedlicher Farbe emittieren.

15

Der Halbschalenreflektor 2 kann insbesondere eine elliptische, parabolische oder freiförmige Kontur aufweisen, ist aber nicht darauf beschränkt. Der Halbschalenreflektor 2 kann zum Durchlass des primären Laserlichts P von einem außen angeordneten Laser 6 entsprechende Öffnungen 2a oder Löcher aufweisen.

20

Diese Elemente 1 bis 6 können beispielsweise Teile eines LARP-Reflektormoduls B sein.

25

Dem Halbschalenreflektor 2 ist optisch eine Linse 7, insbesondere Zylinderlinse, und dahinter ein Integrator 8, der z.B. als der Integrator C dienen kann, nachgeschaltet. Eine Lichteintrittsfläche des Integrators 8 befindet sich zumindest ungefähr an dem bezüglich des Brennpunkts F anderen Brennpunkt F', so dass sämtliches von dem Halbschalenreflektor 2 durch seine Lichtaustrittsebene E abgestrahlte Licht in den Integrator 8 fällt, wie durch die gestrichelten Linien angedeutet. Der Integrator 8 ist hier ein Lichtleiter. Der Integrator 8 steht hier schräg zu einer Halbebene H des Halbschalenreflektors 2, jedoch ist dies nicht zwingend.

35

**Fig.4** zeigt eine alternativ oder zusätzlich einsetzbare Leuchtvorrichtung 1B, bei welcher der elliptische Reflektor 2 in Kombination mit einer nachgeschalteten Zerstreuungslinse 9 und einem Wabenkondensator ("Fly's Eye") 10 als Integrator ausgerüstet ist.

**Fig.5** zeigt eine Leuchtvorrichtung 1C, bei welcher der Halbschalenreflektor 2 ein parabolischer Reflektor ist, dem der mit Wabenkondensator 10 und die Zerstreuungslinse 9 optisch nachgeschaltet sind.

**Fig.6** zeigt eine Leuchtvorrichtung 1D, bei welcher der Halbschalenreflektor 2 ein parabolischer Reflektor, welchem eine Sammellinse 12 und der als integrierender Lichtleiter ausgebildete Integrator 8 optisch nachgeschaltet ist.

Je nach Wellenlänge des verwendeten Lasers, z.B. "blau", kann das primäre Laserlicht auch direkt für eine Farbmischung verwendet werden. In diesem Fall besteht mindestens ein Segment, z.B. das "Blau"-Segment, des rotierenden Leuchtstoffträgers 4 aus einem Streubereich anstelle eines Leuchtstoffbereichs 3.

Die homogenisierende Wirkung des Integrators 8 in Form des integrierenden Lichtleiters bzw. Integratorstabes kann allgemein durch die Linse 7, insbesondere in Form einer Zylinderlinse, verbessert werden, die unmittelbar vor dem Integrator 8 positioniert ist, wodurch die Integratorlänge reduziert werden kann. Dies ist rein exemplarisch in Fig.3 gezeigt.

Bei elliptischen Reflektoren entspricht die Reflektorkontur der Oberfläche eines Rotationsellipsoids. Die Geometrie des hier verwendeten Halbschalenreflektors 2 erlaubt es, den Halbschalenreflektor 2 über eine Nebenscheitel S der zugrunde liegenden Ellipse hinaus zu verlängern, wie für die Leuchtvorrichtung 1E in **Fig.7** gezeigt. Dies erleichtert zum einen die Homogenisierung der Lichtverteilung im folgenden Integrator 8, zum anderen werden Verluste verringert, die

durch direktes Entweichen von Licht durch die vordere Reflektoröffnung oder Lichtaustrittsebene E entstehen.

Bei einer sequenzieller Farberzeugung mit in Farbsegmente gegliederten Leuchtstoffbereichen 3 eines drehbaren Leuchtstoffträgers 4 und bei einer Anregungswellenlänge im sichtbaren Spektralbereich, beispielsweise bei etwa 440 nm bis 460 nm, kann der Farbraum stark reduziert sein. Die Ursache ist das von den, z.B. nicht-blauen, Leuchtstoffbereichen 3 gestreute, z.B. blaue, Pumplicht, also dasjenige ('primärfarbige') Licht, das von den Leuchtstoffbereichen 3 weder konvertiert noch absorbiert wird. Zur Vermeidung dieses primären oder primärfarbigem Untergrundes oder Farbrauschens können beispielsweise die in Fig.3 bis Fig.6 gezeigten Ausführungsformen so verändert werden, dass das primärfarbige Untergrundlicht unterdrückt wird.

**Fig.8** zeigt dazu eine Verwendung eines synchronen Filterrads 13 in einer Leuchtvorrichtung 1F. Dabei wird als Integrator 8 ein Lichtleiter von geringem Querschnitt (z.B. ca. 5mm) in Kombination mit einer fokussierenden Optik, z.B. der Linse 7 oder der Sammellinse 12, verwendet, wie z.B. in Fig.3 und Fig.6 gezeigt. Ferner kann unmittelbar vor dem Integrator 8 das Filterrad 13 positioniert sein, das mit dem drehbaren Leuchtstoffträger 4 synchronisiert ist und dessen Filtersegmente eine auf die Emission der Farbsegmente des drehbaren Leuchtstoffträgers 4 abgestimmte Transmission aufweisen und so den primärfarbigem Untergrund herausfiltern können.

Allgemein kann anstelle des Filterrads 14 mindestens ein dichroitischer Spiegel verwendet werden.

Zur Unterdrückung des primärfarbigem Untergrunds, z.B. blauen Streulichts in den nichtblauen Farbsegmenten, kann das primärfarbige Segment des drehbaren Leuchtstoffträgers 4 transparent ausgeführt sein, so dass das primärfarbige Nutzlicht, insbesondere Pumplicht oder primäres Laserlicht, räumlich von

den anderen Farben, welche durch eine Anregung des mindestens einen Leuchtstoffbereichs 3 erzeugt werden, getrennt wird. Dadurch kann das primärfarbige, z.B. blaue, Streulicht mit einem ortsfesten Farbfilter oder einem dichroitischen Spiegel  
5 15 unterdrückt werden.

Der Reflektor 16 ist dabei bevorzugt rotationssymmetrisch ausgeführt, um das transmittierte Licht des primären Laserlichts zu bündeln. **Fig.9** zeigt eine solche Leuchtvorrichtung  
10 1G mit einem elliptischem Reflektor 16. **Fig.10** zeigt eine solche Leuchtvorrichtung 1H mit einem parabolischen Reflektor 16 und der Sammellinse 12. Die Leuchtvorrichtungen 1G und 1H sind also insbesondere dazu eingerichtet, aus dem mindestens einen Reflektor 16 austretendes Licht in Abhängigkeit von einer Farbe des austretenden Lichts in im Wesentlichen unterschiedliche Raumbereiche aufzuteilen (z.B. einen blau strahlenden, hier unteren, Raumbereich und ein nicht-blau strahlenden, hier oberen, Raumbereich an der Lichtaustrittsebene E), wobei die Leuchtvorrichtungen 1G und 1H mindestens einen  
15 farbselektiven Reflektor, insbesondere dichroitischen Spiegel 15, in zumindest einem der Raumbereiche aufweist, wobei der mindestens eine farbselektive Reflektor, nämlich der dichroitischen Spiegel 15, dazu vorgesehen ist, Licht einer für einen anderen Raumbereich vorgesehenen Farbe zurückzuwerfen.  
20 Bei Vorhandensein des Farbfilters wird das gefilterte Licht absorbiert.  
25

Die Verwendung eines dichroitischen Spiegels 15 hat den besonderen Vorteil, dass das gestreute Pumplicht wieder auf den  
30 mindestens einen Leuchtstoffbereich 3 fokussiert wird. Auf diese Weise werden die Verluste durch nicht vollständige Konversion des Pumplichts reduziert und die Gesamteffizienz der Leuchtvorrichtung steigt an. In Kombination mit einem elliptischen Reflektor 16 wird der dichroitische Spiegel 15 dazu  
35 bevorzugt in der Symmetrieebene des Ellipsoids, also im Abstand  $e$  zum Brennpunkt F, platziert werden, wobei  $e$  die line-

are Exzentrizität des Ellipsoids ist. Dies ist beispielhaft in Fig.9 angedeutet.

Auch bei dem Reflektor 16, welcher einen Vollreflektor darstellt, wird der drehbaren Leuchtstoffträger 4 nur einseitig bestrahlt, auch wenn eine zweiseitige Bestrahlung grundsätzlich möglich ist. Die einseitige Bestrahlung weist den Vorteil auf, dass eine Überhitzung des mindestens einen Leuchtstoffbereichs 3 besser vermeidbar ist.

10

Durch Verwendung des Wabenkondensors 10 als dem Integrator, wie für die Leuchtvorrichtung 1I in **Fig.11** gezeigt, und mittels einer Überlagerung von primärfarbigem und nicht-primärfarbigem (wellenlängenumgewandelten) Licht vor dem Wabenkondensator 10 kann sowohl eine Homogenität der Lichtverteilung als auch eine Transmission optimiert werden. Dabei kann wie in Fig.4 eine kollimierende Optik 17 vor und die Zerstreuungslinse 9 nach dem Wabenkondensator 10 eingesetzt werden.

20

**Fig.12** zeigt eine Leuchtvorrichtung 1J, bei der das primärfarbige Licht zunächst aufgeweitet bzw. etwas zerstreut wird (z.B. mittels einer Zerstreuungslinse 18) und dann mit Hilfe zunächst eines herkömmlichen Spiegels 19 und dann eines halbdurchlässigen Spiegels 20 (z.B. eines weiteren dichroitischen Spiegels) mit dem nicht-primärfarbigem Licht überlagert wird, was die Homogenisierung der Lichtverteilung vereinfacht. Der nachfolgende Integrator kann als Lichtleiter-Integrator 8 oder als Wabenkondensator 10 ausgeführt sein. Im ersteren Fall wird das Strahlenbündel bevorzugt noch in den Integrator 8 fokussiert.

30

Wenn das bildgebende Element Licht einer bestimmten Polarisationsrichtung benötigt, wie beispielsweise für Flüssigkristallbildschirme oder ELCO, muss von dem mindestens einen Leuchtstoffbereichs 3 abgestrahlte, unpolarisierte Licht zunächst polarisiert werden. Um zu vermeiden, dass dabei die

35

Hälfte des erzeugten Lichts verloren gehen, wird ein Polarisationsstrahlteiler verwendet und die nicht benötigte Polarisationskomponente teilweise oder vollständig um  $90^\circ$  gedreht.

5 Eine sogenannte Rasterpolarisationsvorrichtung (auch Drahtgitter- oder Metallgitterpolarisationsvorrichtung oder "Wire Grid"-Polarisator (WGP) genannt) weist die Eigenschaft auf, dass Licht der gewünschten Polarisationsrichtung transmittiert wird, während Licht der dazu senkrechten Polarisationsrichtung reflektiert wird.  
10

In **Fig.13** ist die Verwendung einer Rasterpolarisationsvorrichtung 21 anhand der Leuchtvorrichtung 1K in Kombination mit einem parabolischen Reflektor 2 gezeigt. Die nicht gewünschte Polarisationskomponente wird von der in der Lichtaustrittsebene E angeordneten Rasterpolarisationsvorrichtung 21 auf den mindestens einen Leuchtstoffbereich 3 zurückgegeben und diffus reflektiert, was eine Depolarisation bewirkt. Bei vollständiger Depolarisation werden jetzt wieder die Hälfte des diffus reflektierten Lichts an der Rasterpolarisationsvorrichtung 21 transmittiert ("Polarisationsrecycling").  
15  
20

Ein ähnlicher Aufbau ist in **Fig.14** anhand der Leuchtvorrichtung 1L gezeigt. Die Leuchtvorrichtung 1L verwendet einen Polarisationsstrahlteiler 22 (dem hier eine Kollimatorlinse 23 vorgeschaltet ist) anstelle der Rasterpolarisationsvorrichtung 21. Der Polarisationsstrahlteiler 22 lässt hier eine gewünschte Polarisationskomponente durch und reflektiert die nicht gewünschte Polarisationskomponente auf einen Spiegel 24  
25 Die nicht gewünschte Polarisationskomponente wird mit dem Spiegel 24 in sich zurückreflektiert und durch die diffuse Reflektanz des mindestens einen Leuchtbereichs 3 analog zu Beispiel 13 depolarisiert.  
30

35 Die Leuchtvorrichtung 1L verwendet keinen drehbaren Leuchtstoffträger 4, sondern der Leuchtstoffbereich 3 ist ortsfest

auf einem stationären Kühlkörper 27 angeordnet. Jedoch ist alternativ auch ein drehbarer Leuchtstoffträger 4 verwendbar.

**Fig.15** zeigt eine Leuchtvorrichtung 1M ähnlich der Leuchtvorrichtung 1L, welche anstelle des zurückreflektierenden Spiegels 24 eine Halbwellenplatte 25 verwendet. Dazu wird der Polarisationsstrahlteiler 22 in Verbindung mit der nachgeschalteten Halbwellenplatte 25 und einem weiteren Spiegel 26 verwendet, wodurch die nicht gewünschte Polarisationskomponente um  $90^\circ$  gedreht wird und so direkt nutzbar ist.

Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt.

Allgemein können Merkmale verschiedener Ausführungsbeispiele alternativ oder additiv verwendet werden.

Beispielsweise mag anstelle eines Halbschalenreflektors auch ein Vollschalenreflektor oder eine Kombination mehrerer Halbschalenreflektoren verwendet werden.

Der mindestens eine Leuchtbereich befindet sich bevorzugt, aber nicht notwendigerweise, in einem Brennpunkt des Reflektors.

Auch mögen allgemein anstelle des drehbaren Leuchtstoffträgers ein oder mehrere ortsfeste oder stationäre Leuchtstoffbereiche verwendet werden.

Allgemein mag der drehbare Leuchtstoffträger einseitig oder beidseitig bestrahlt werden.

## Patentansprüche

1. Leuchtvorrichtung, aufweisend mindestens einen Reflektor, mindestens einen Leuchtstoff enthaltenden Leuchtbereich und mindestens einen Laser, wobei der mindestens eine Leuchtbereich mittels mindestens eines Lasers zur Abstrahlung von Licht anregbar ist und zumindest ein Teil des von dem mindestens einen Leuchtbereich abgestrahlten Lichts auf den mindestens einen Reflektor fällt.  
5
2. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 1, wobei dem mindestens einen Reflektor mindestens ein optischer Integrator zum Zusammenführen des aus dem mindestens einen Reflektor abgestrahlten Lichts nachgeschaltet ist.  
15
3. Leuchtvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine Leuchtstoffbereich auf einem rotierenden Leuchtstoffträger angeordnet ist.  
20
4. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 3,
  - wobei der rotierende Leuchtstoffträger mehrere Leuchtstoffbereiche aufweist, welche Licht unterschiedlicher Farbe abstrahlen,
  - 25 - wobei dem rotierenden Leuchtstoffträger ein Filterrad mit mehreren Filtersegmenten optisch nachgeschaltet ist,
  - wobei das Filterrad mit dem rotierenden Leuchtstoffträger synchronisiert ist und
  - 30 - wobei die Filtersegmente des Filterrads eine auf das von den Leuchtstoffbereichen abgestrahlte Licht abgestimmte Transmissionseigenschaft aufweisen.
5. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, wobei der rotierende Leuchtstoffträger mehrere durch den mindestens einen Laser beleuchtbare Segmente aufweist, wobei mindestens ein Segment einen jeweiligen Leuchtstoffbereich  
35

aufweist und mindestens ein Segment ein Fenster zum wellenlängeninvarianten Durchlassen eines auf das Fenster einfallenden Lichts aufweist.

- 5 6. Leuchtvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
- wobei die Leuchtvorrichtung dazu eingerichtet ist,  
aus dem mindestens einen Reflektor austretendes  
Licht in Abhängigkeit von einer Farbe des austretenden  
10 Lichts in im Wesentlichen unterschiedliche Raumbereiche aufzuteilen,  
- wobei die Leuchtvorrichtung mindestens einen farbselektiven Reflektor, insbesondere dichroitischen Spiegel, in zumindest einem der Raumbereiche aufweist,  
15 - wobei der mindestens eine farbselektive Reflektor dazu vorgesehen ist, Licht einer für einen anderen Raumbereich vorgesehenen Farbe zurückzuwerfen.
- 20 7. Leuchtvorrichtung nach einem der vor Ansprüche, wobei die Leuchtvorrichtung dazu eingerichtet ist, Licht einer vorbestimmten Polarisationsrichtung aus dem mindestens einen Reflektor zu transmittieren und Licht einer dazu senkrechten Polarisationsrichtung in den mindestens einen Reflektor zurückzereflektieren.  
25
8. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Leuchtvorrichtung dazu eingerichtet ist, Licht einer vorbestimmten Polarisationsrichtung aus dem mindestens einen Reflektor zu transmittieren und Licht einer dazu senkrechten Polarisationsrichtung auf den mindestens einen Leuchtbereich 3 zurückzereflektieren.  
30
9. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei die Leuchtvorrichtung mindestens eine Rasterpolarisationsvorrichtung aufweist.  
35

10. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei die Leuchtvorrichtung mindestens einen Polarisationsstrahlteiler aufweist.
- 5 11. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 10, wobei dem mindestens einen Polarisationsstrahlteiler mindestens eine Halbwellenplatte nachgeschaltet ist.
- 10 12. Leuchtvorrichtung nach einem der vor Ansprüche, wobei der mindestens eine Reflektor mindestens einen Halbschalenreflektor aufweist.
- 15 13. Leuchtvorrichtung nach einem der vor Ansprüche, wobei der mindestens eine Reflektor mindestens einen elliptischen Reflektor aufweist und der mindestens eine elliptische Reflektor über einen Nebenscheitel einer seiner Kontur zugrundeliegenden Ellipse hinaus verlängert ist.
- 20 14. Leuchtvorrichtung nach einem der vor Ansprüche, wobei die Leuchtvorrichtung eine Automobil-Leuchtvorrichtung ist.

FIG 1

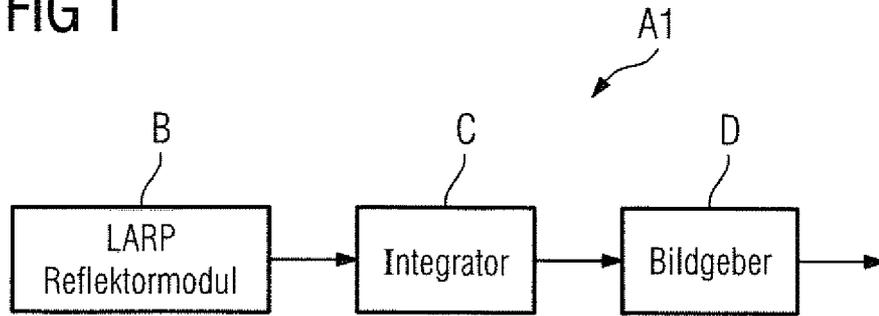


FIG 2

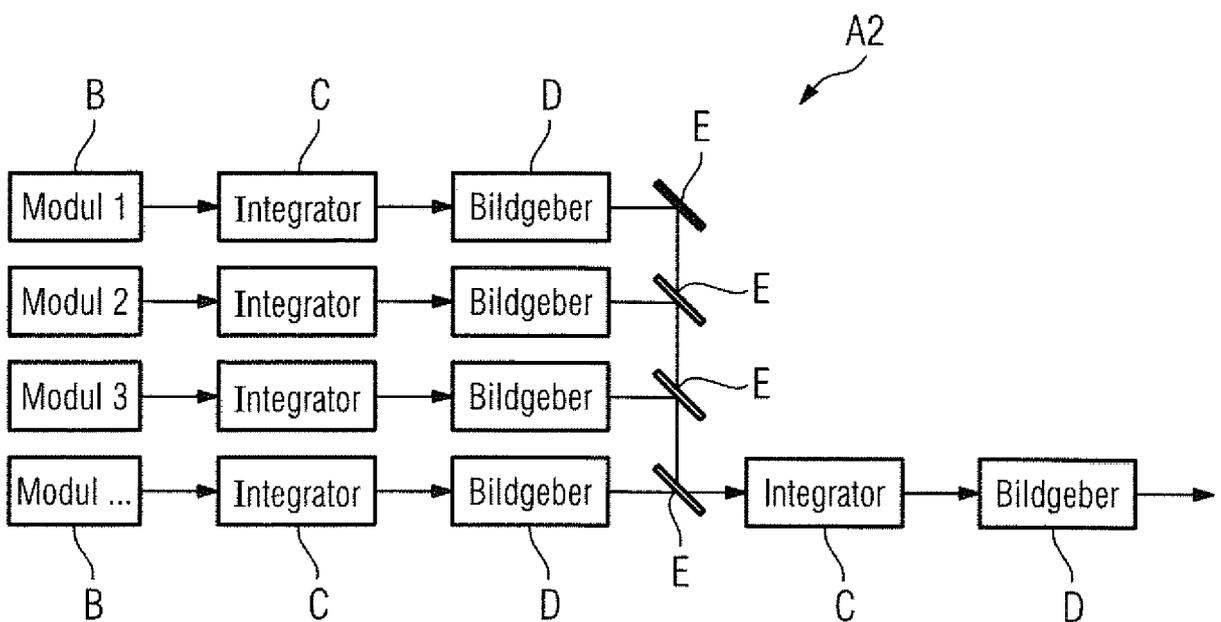


FIG 3

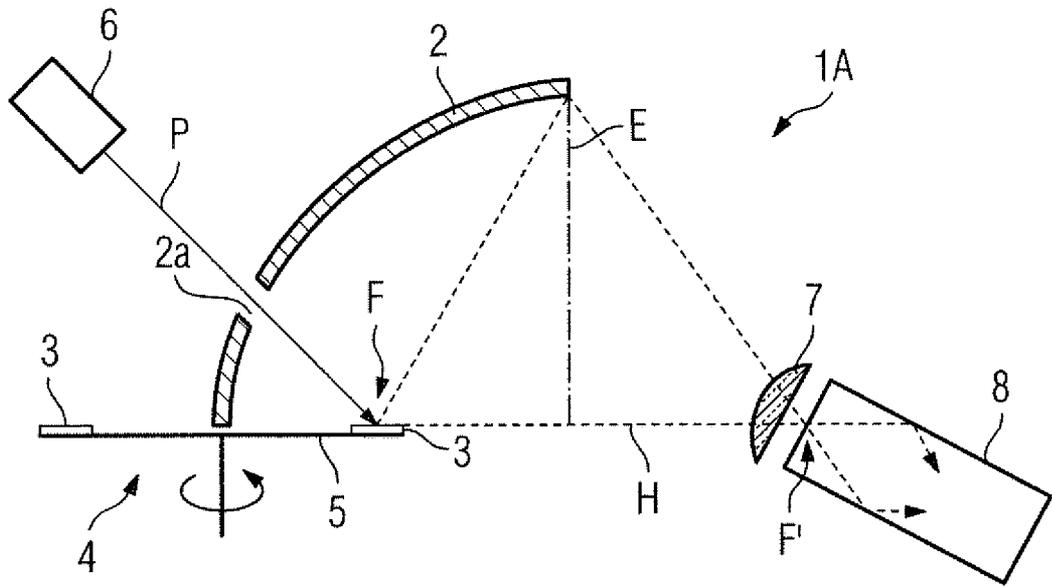


FIG 4

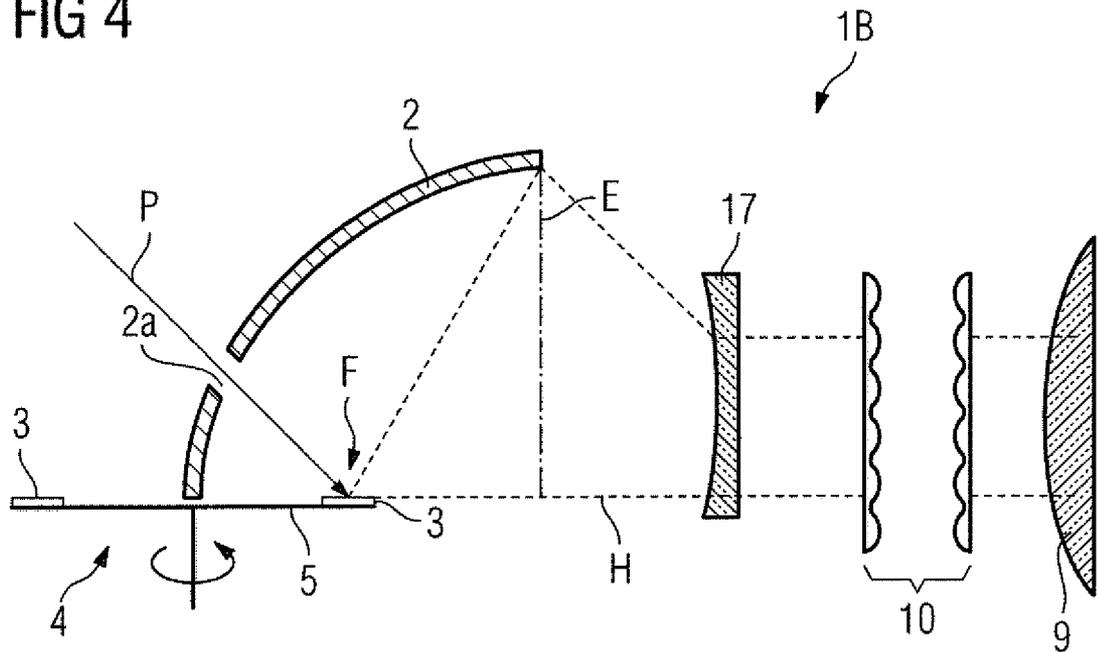


FIG 5

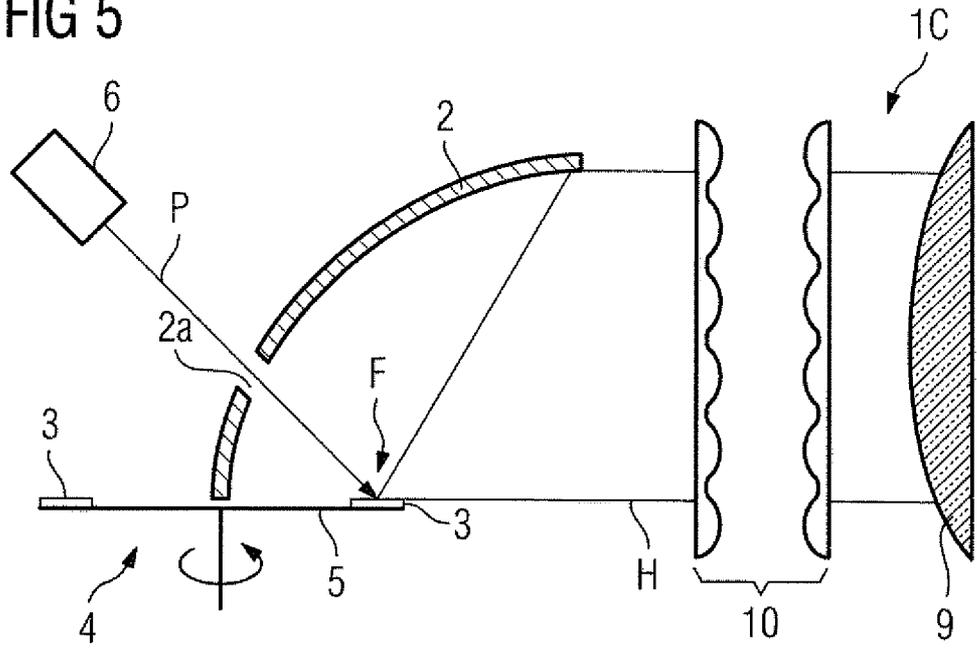


FIG 6

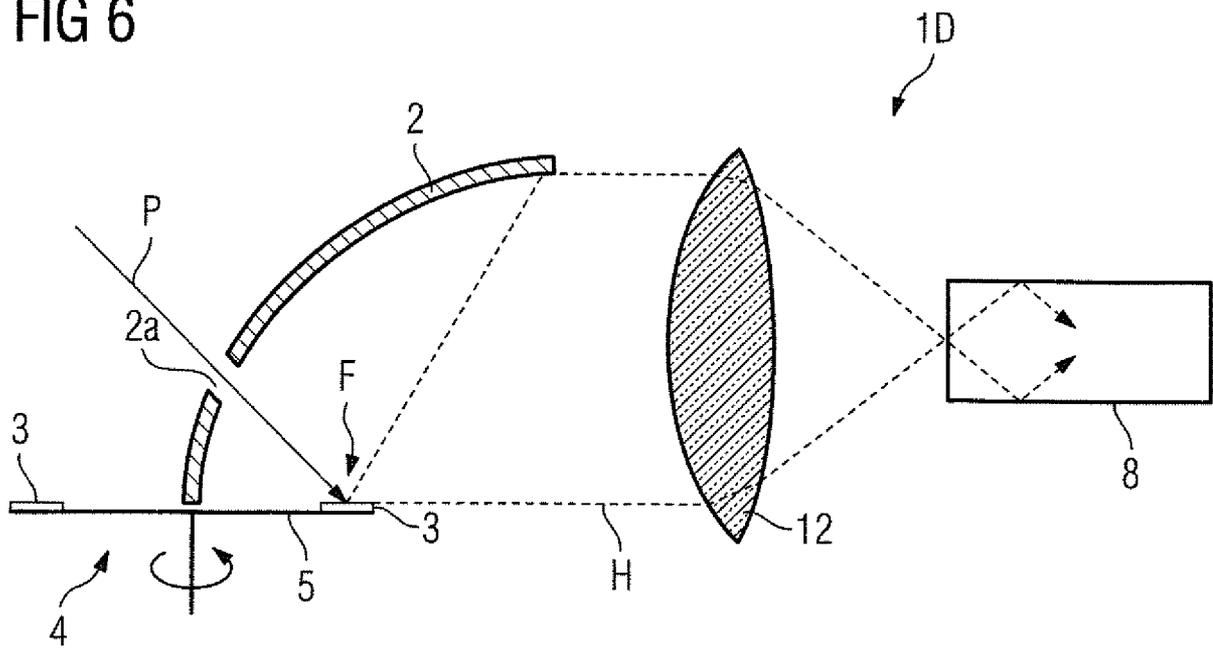




FIG 9

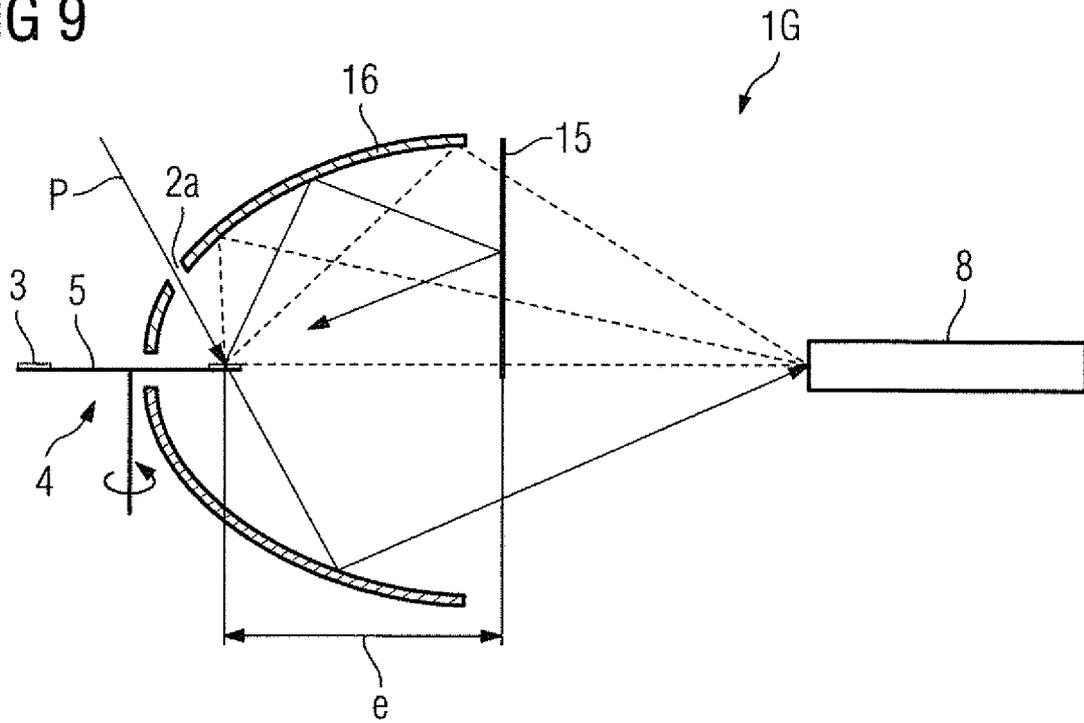


FIG 10

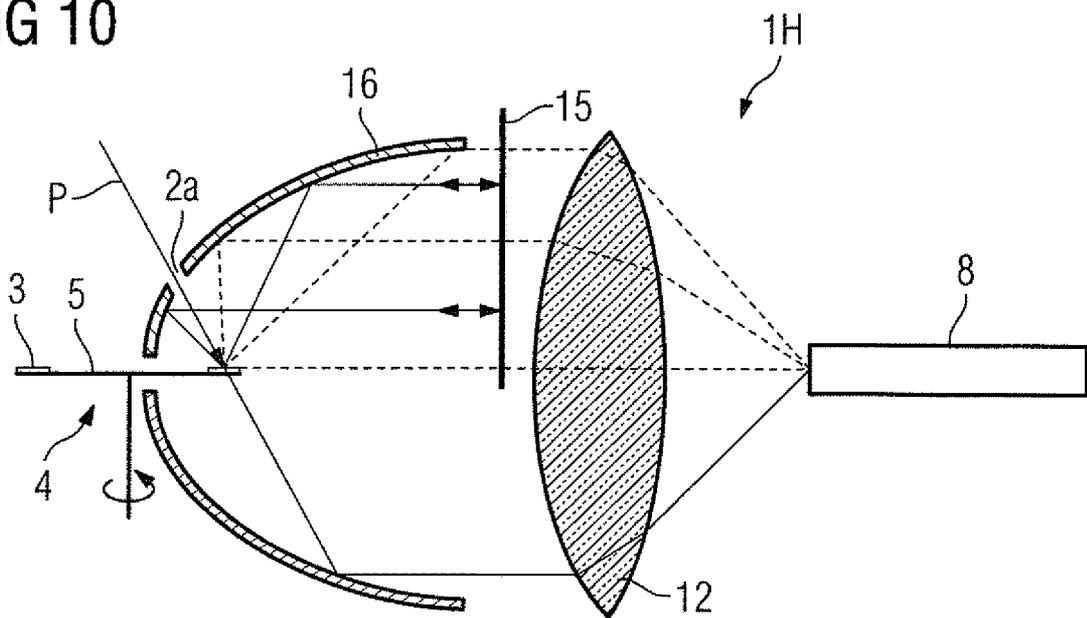


FIG 11

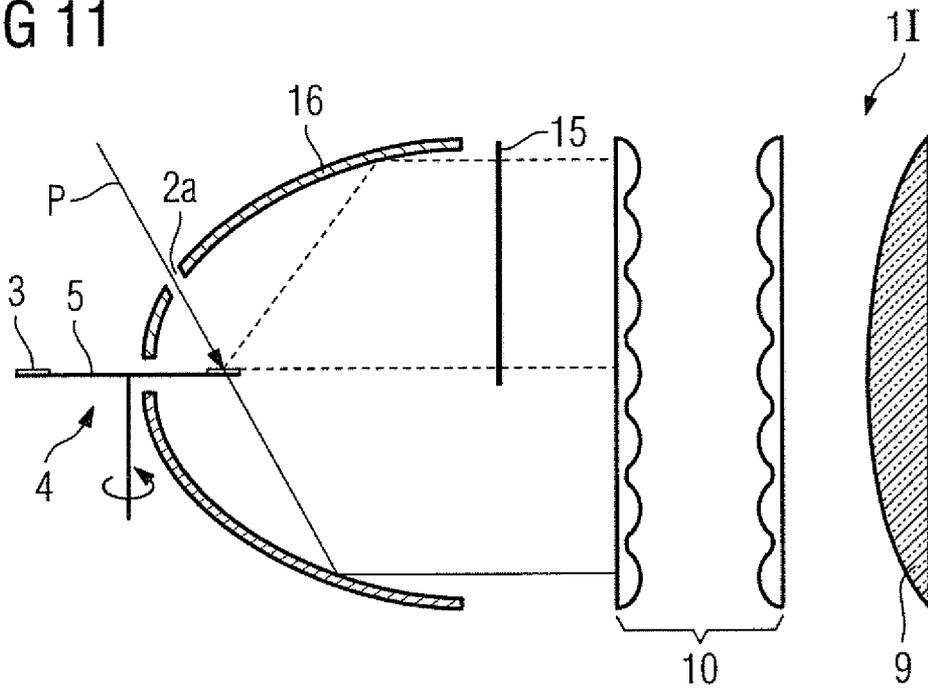


FIG 12

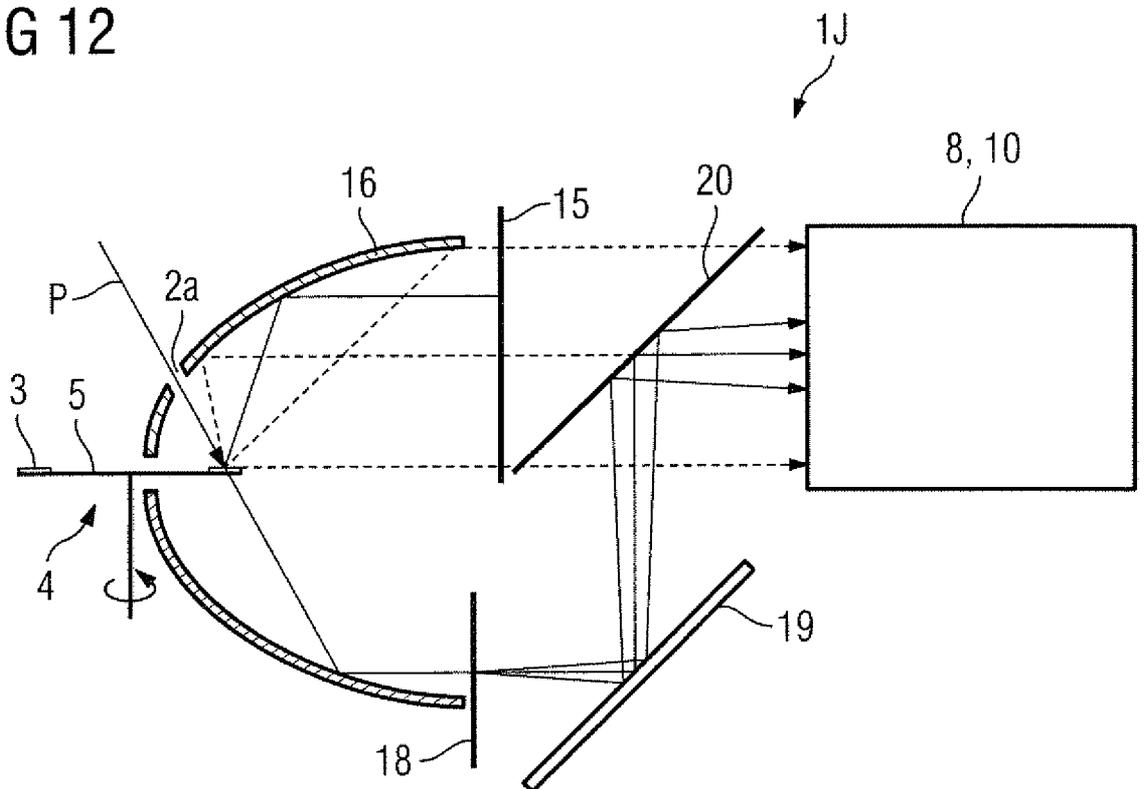


FIG 13

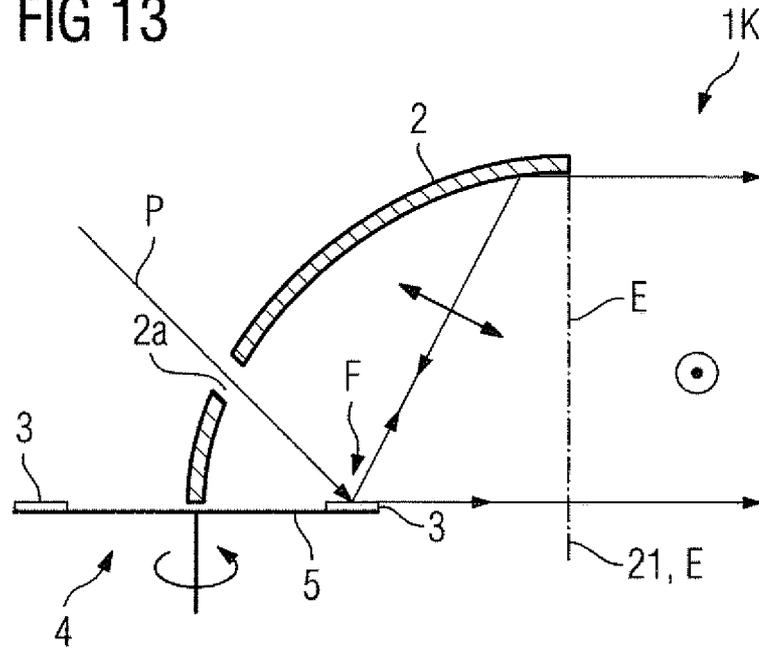


FIG 14

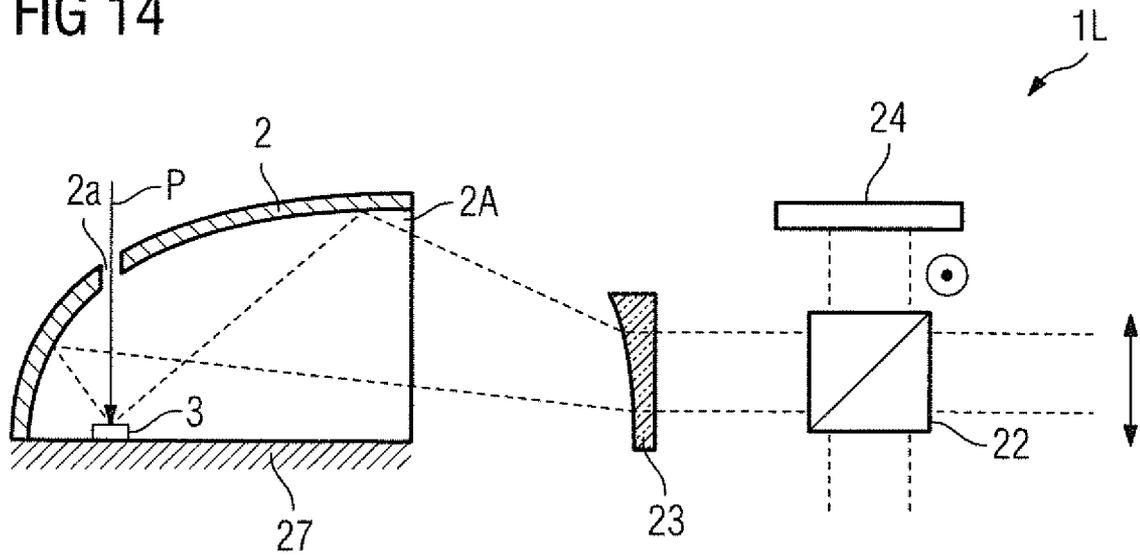


FIG 15

